

# Ocelet : un langage de modélisation et un outil de simulation de dynamiques paysagères

Projet ANR STAMP (*Spatial Temporal And Multiscale Primitives for modelling dynamic landscapes*) - ANR-07-BLAN-0121



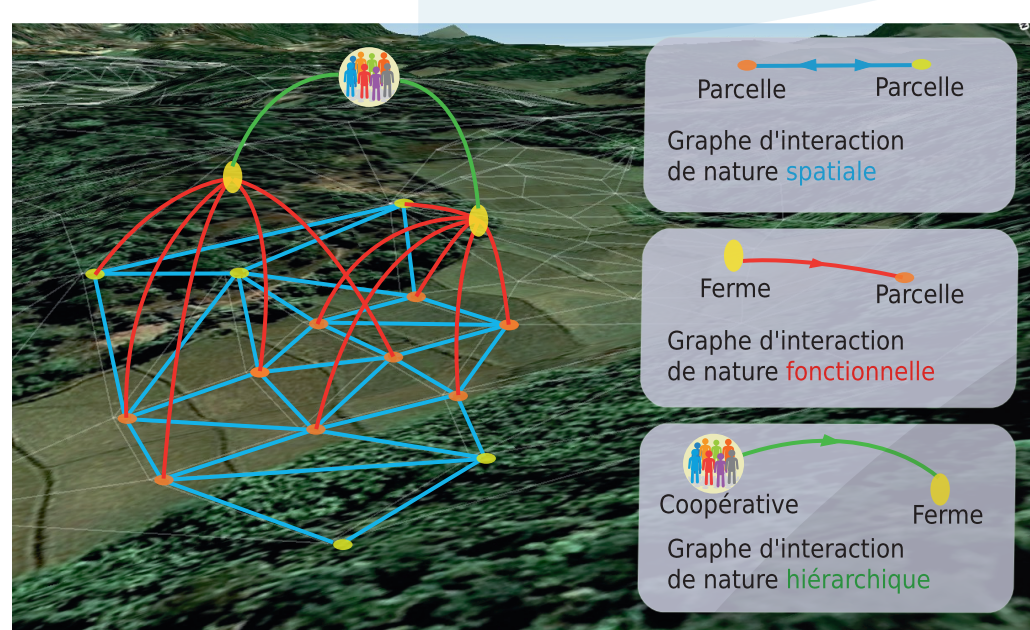
## Points clés

Le paysage est vu comme un **système** avec des entités en interaction. Les relations, de nature **spatiale**, **fonctionnelle** et/ou **hiérarchique**, sont décrites à l'aide de **graphes d'interaction** à structure **dynamique**.

Ce projet a permis de développer un **langage métier**, doté d'un environnement de modélisation capable d'effectuer des **simulations** de dynamiques paysagères.

C'est à la fois :  
(i) un support pour la **recherche méthodologique** sur les dynamiques spatiales  
(ii) un outil de **recherche appliquée** utile à différentes thématiques (voir les 4 cas → )

## Une approche basée sur les graphes d'interaction dynamiques



- Interaction basée sur la configuration spatiale relative des entités
- Interaction qui participe au fonctionnement interne du système
- Interaction ayant lieu entre entités d'une structure hiérarchique

Les **graphes** permettent de décrire de manière unique les différentes formes de relations nécessaires pour modéliser les dynamiques spatiales ; les **noeuds** représentent des entités, et les **arcs** portent les règles d'interactions entre entités.

On utilise ainsi des graphes d'interactions à **structure dynamique**.

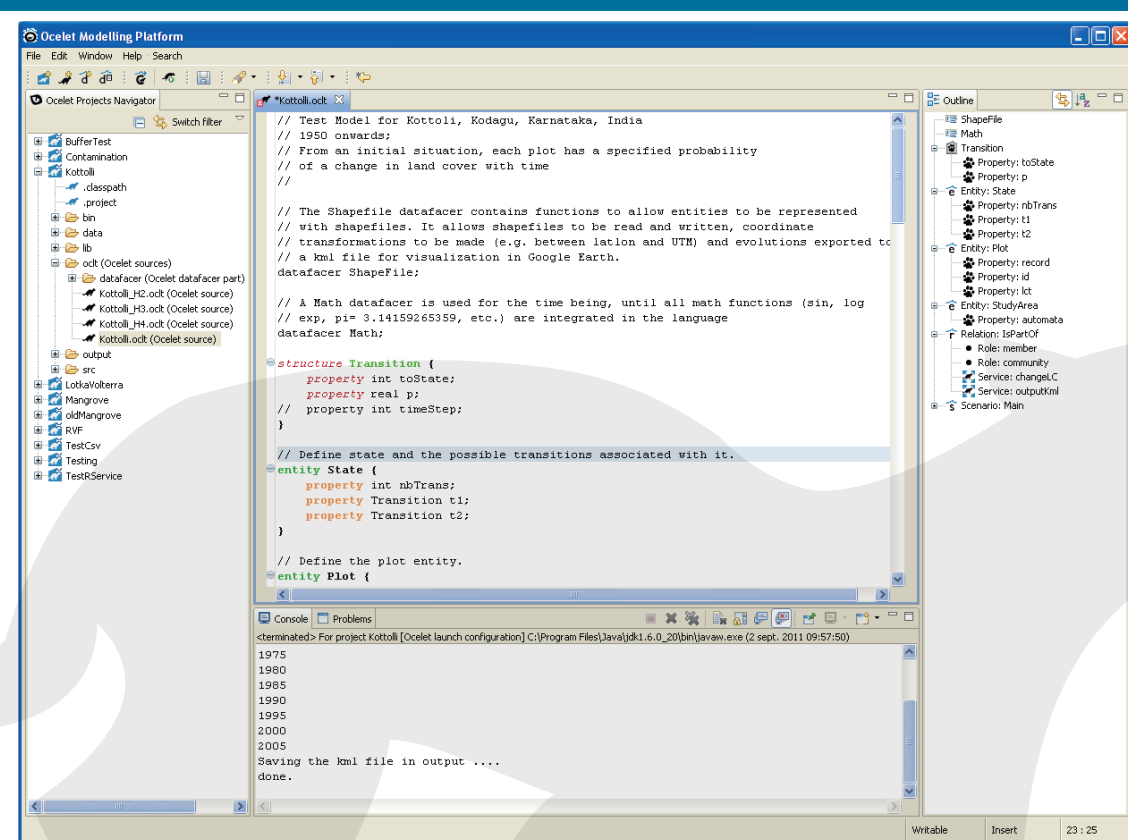
C'est une approche à mi-chemin entre les approches décrivant le comportement global d'un système (approche **descendante**) et celles basées sur les interactions entre individus du système (approche **ascendante** ou à base d'agents).

## Un langage de modélisation et un environnement de simulation

La **grammaire** et la **syntaxe** du langage ont été conçues pour faciliter la manipulation des **concepts de base** (relation, entité, scénario).

Les modèles écrits en Ocelet sont traduits automatiquement par un **compilateur** dans un langage généraliste (Java). Le code généré fait appel aux fonctions du **moteur d'exécution**.

L'**interface** regroupe les fonctions pour créer, éditer et maintenir les modèles, de les compiler, de lancer des simulations, d'afficher ou d'exporter les résultats de simulations (e.g. dans Google Earth).



## Un objet de recherche et un outil pour la recherche

L'accès à la **chaîne complète** de modélisation permet de nouvelles recherches méthodologiques visant à améliorer la capacité d'expression dans l'exercice de modélisation :

L'exploration des nouvelles possibilités offertes par l'utilisation des **graphes d'interaction** pour la modélisation des dynamiques paysagères doit être poursuivie.

L'étude des types de **primitives de modélisation** doit être approfondie.

L'**outil** est utilisable par des chercheurs de **différentes disciplines** où interviennent modélisation et simulation de dynamiques spatiales.

Ce travail contribue à répondre à une **attente forte** et très actuelle sur la possibilité de traiter des **questions complexes** à l'aide d'outils de simulation.

Accès au logiciel et aux exemples : [wiki.ocelet.fr](http://wiki.ocelet.fr)

## Dynamique côtière d'écosystèmes de mangroves

1

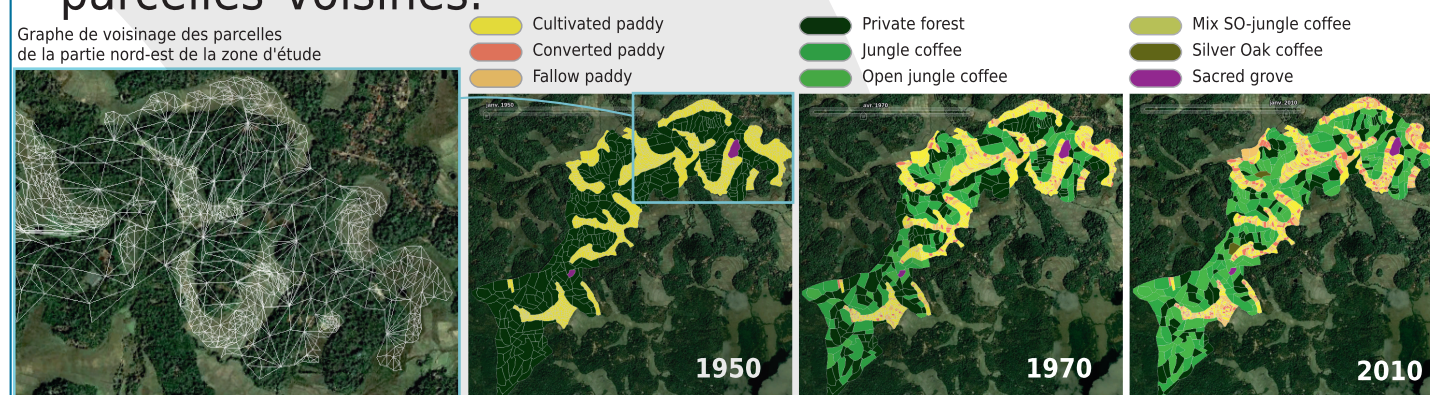
L'évolution du trait de côte de la Guyane française entre Cayenne et Kourou est modélisée pendant la période 1986-2006 comme résultant de l'effet combiné de la houle, des courants et du déplacement le long de la côte d'un banc de vase d'environ 20 km de long et 5 km de large. Le 'chenier' (immobilité, en vert) et la situation initiale du trait de côte (mobile, en jaune) 'coastline' sont lus dans un shapefile. Une relation de forçage de 'ocean' sur 'coastline' décrit de manière empirique la déformation de 'coastline' en fonction de la houle journalière, des courants dominants, mais aussi de la position du banc de base qui agit comme une protection contre l'effet de la houle.



## Dynamique d'occupation du sol en zone d'agroforesterie

2

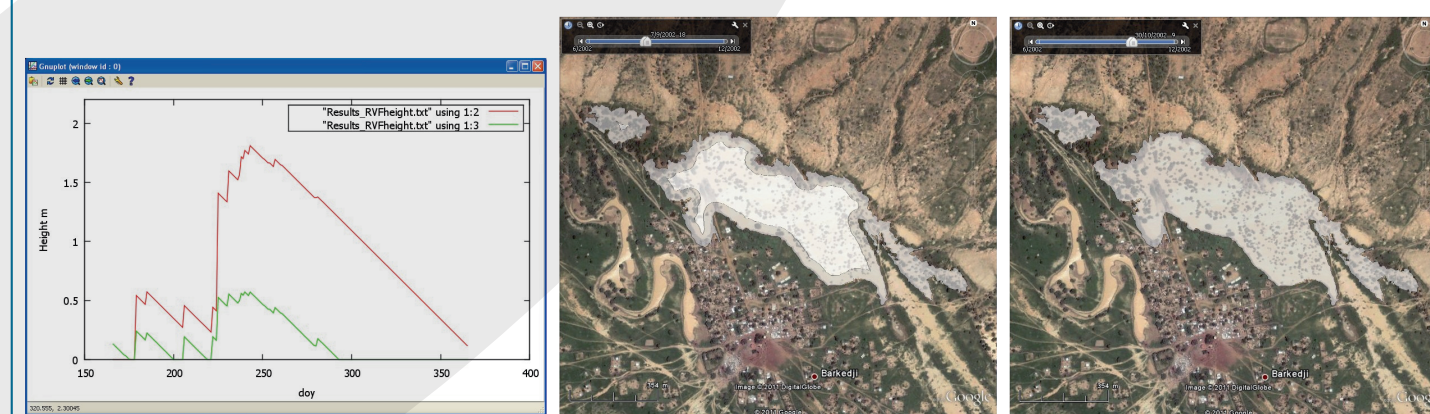
Les changements d'occupation du sol dans la commune de Kottolli (district du Coorg, état du Karnataka, sud de l'Inde) sont modélisés comme un ou plusieurs automates à nombre fini d'états, avec les parcelles comme entités et les différents types d'occupation du sol (forêt, silver oak, café, riziculture, etc.) comme états possibles. Les règles de transition entre états sont définies par des niveaux de probabilité par pas de temps. Avec Ocelet, il est aisé de tester plusieurs hypothèses utilisant des niveaux de probabilité (i) variables dans le temps, (ii) fonction du groupe de fermier, ou (iii) qui dépendent de l'état des parcelles voisines.



## Fièvre de la Vallée du Rift (RVF)

3

La **Rift Valley Fever** (RVF) est une maladie transmise par des moustiques qui affectent les ruminants en Afrique de l'Ouest. Elle se développe autour de mares temporaires qui sont à la fois des gîtes larvaires des moustiques vecteurs de la maladie (*Aedes vexans* et *Culex poicilipes*), et une ressource en eau importante pour le bétail. Pour mieux la comprendre on modélise le fonctionnement hydrologique d'une mare, en le couplant aux modèles de population de moustiques. Ocelet permet ce couplage, et les graphes d'interaction autorisent la prise en compte des influences entre mares et entre populations voisines.



## Dissémination de phytopathogènes par voie aérienne entre parcelles de culture

4

C'est la situation d'un parcellaire d'une zone de culture où quelques parcelles sont affectées par un phytopathogène qui peut se disperser par voie aérienne aux parcelles voisines. Le vent est pris en compte ainsi que l'effet écran de parcelles insensibles aux pathogènes. Cette situation peut être modélisée avec Ocelet à l'aide d'un graphe de voisinage entre chaque parcelle et ses voisines. L'arc entre une parcelle et une voisine porte le 'degré' et la 'direction' du voisinage, et surtout les règles de diffusion d'un pathogène en fonction de critères comme la direction et la vitesse du vent et le taux de voisinage entre parcelles.



## Références

Degenne P, Lo Seen D, Parigot D, Forax R, Tran A, Ait Lahcen A, Curé O, Jeansoulin R, 2009. Design of a domain specific language for modelling processes in landscapes. Ecological Modelling, 220(24):3527-3535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.06.018>

Degenne P, Ait Lahcen A, Curé O, Forax R, Parigot D, Lo Seen D, 2010. Modelling with behavioural graphs. Do you speak Ocelet? International Congress on Environmental Modelling and Software, July 5-8, Ottawa, Ontario, Canada. <http://www.iemss.org/iemss2010/>

Curé O, Forax R, Degenne P, Lo Seen D, Parigot D, Ait Lahcen A, 2010. Ocelet: An Ontology-based Domain Specific Language to Model Complex Domains. The First International Conference on Models and Ontology-based Design of Protocols, Architectures and Services - MOPAS 2010, June 13-19, Athens, Greece. <http://www.iaria.org/conferences2010/MOPAS10.html>

Proisy C, Blanchard E, Ait Lahcen A, Degenne P, Lo Seen D, 2010. Toward the simulation of the Amazon-influenced mangrove-fringed coasts dynamics using Ocelet. International Conference on Integrative Landscape Modelling - Landmod 2010, February 3-5, Montpellier, France. <http://www.umn-lisah.fr/rtra-projects/landmod2010>

Ait Lahcen A, Degenne P, Lo Seen D, Parigot D, 2009. Developing a Service-Oriented Component Framework for a Landscape Modeling Language. The 13th IASTED International Conference on Software Engineering and Applications (SEA 2009) November 2 - 4, Cambridge, Massachusetts (USA). <http://www.actapress.com/Abstract.aspx?paperId=36773>

Degenne P, Lo Seen D, 2010. Modéliser pour mieux comprendre les paysages dont les changements nous affectent. Dossier Agropolis No. 9 « Information Spatiale pour l'Environnement et les Territoires ». <http://www.agropolis.fr/pdf/publications/dossier-teledetection.pdf>

**Contributions :**  
Christian BARON ; Mathieu CASTETS  
Pascal DEGENNE ; Danny LO SEEN  
Valérie SOTI ; Annelise TRAN  
Rémi TYLSKI ; Elodie VINTROU

**Contact :**  
Pascal DEGENNE ; pascal.degenne@cirad.fr  
Danny LO SEEN ; danny.lo\_seen@cirad.fr



**Contributions :**  
Ayoub AIT LAHCEN  
Didier PARIGOT  
Guillaume VERGER

**Contact :**  
Didier PARIGOT ; didier.parigot@sophia.inria.fr



**Contributions :**  
Julie ALET ; Daniel AUCLAIR  
Elodie BLANCHARD ; Mathieu CASTETS  
Cédric GAUCHEREL ; Christophe PROISY

**Contact :**  
Daniel AUCLAIR ; auclair@cirad.fr



**UNIVERSITÉ PARIS-EST**

**Contact :**  
Olivier CURE ; Olivier.Cure@univ-mlv.fr

